

自律移動モビリティに関するアーキテクチャの 検討経過の概要

2022年7月

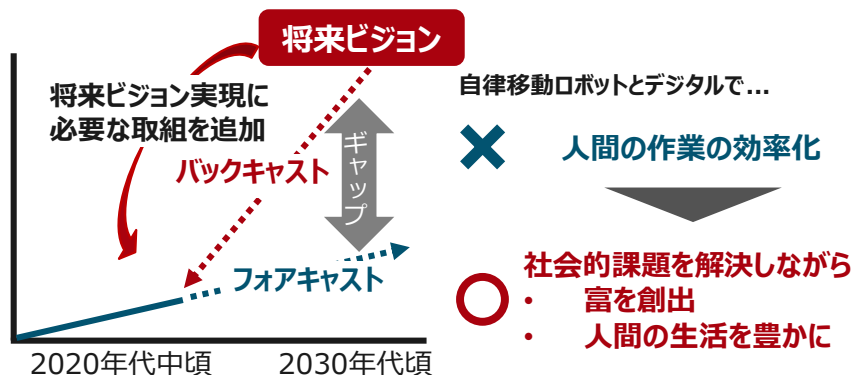
経済産業省/デジタルアーキテクチャ・デザインセンター (DADC)

自律移動モビリティに関するアーキテクチャ設計の背景

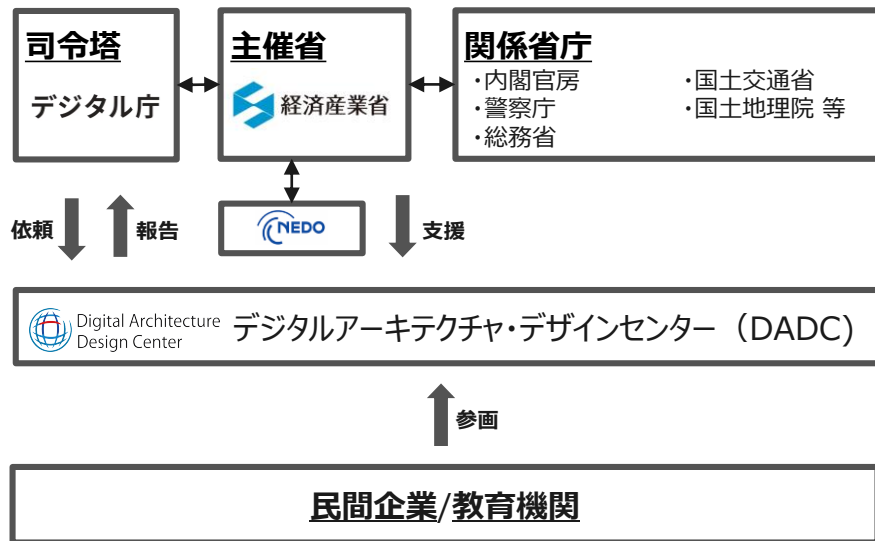
自動運転車、サービスロボット、ドローンといった自律移動ロボット（自律移動モビリティ）は、移動・輸送その他サービス提供の手段として重要な社会インフラであるとともに、次の成長産業とも期待される。こうした背景を踏まえて、デジタル庁からDADCに対して、情報処理の促進に関する法律に基づき、自律移動ロボットのアーキテクチャ設計について検討を依頼した。当該依頼を踏まえて、DADCは、経済産業省等の支援のもとで、検討を実施。

検討方針

人間中心で社会的課題の解決と産業発展を同時に実現する将来ビジョンを描き、その実現に必要な取組を具体化



検討体制

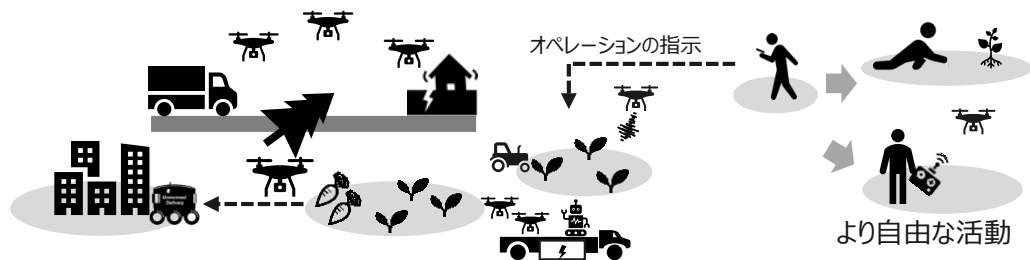


自律移動モビリティの普及により実現していく社会

自律移動モビリティが活躍してデジタル完結・自動化・全体最適化が進む社会システムを構築することで、人々が時間・場所の制約から解放されて価値ある活動に注力できるようになり、**エコシステム全体で成長して利益が適切に分配**される社会を実現し、社会課題解決・経済成長に繋げることが重要。

時間・場所の制約からの解放により、人間はより価値ある活動へ

～デジタル田園都市構想の実現に向けて～

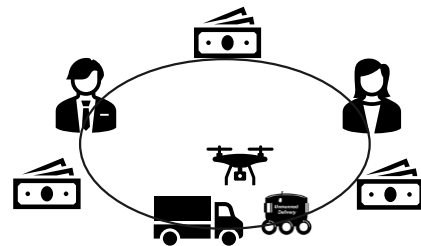


いつ・どこでも「コト」「モノ」を享受

産業の魅力向上・活性化

エコシステム全体で成長して利益を適切に分配

～新しい資本主義の実現に向けて～



社会・利用者・事業者の課題解決・便益向上

- ・ 少子高齢化に伴う過疎化や労働力不足
- ・ 災害激甚化
- ・ インフラ老朽化

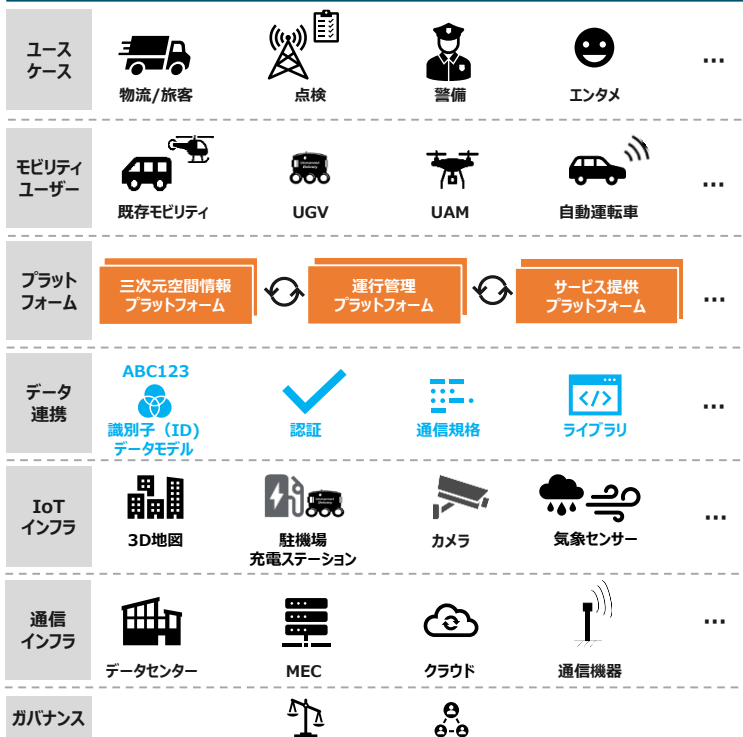
- ・ カーボンニュートラル
- ・ 感染症拡大

- ・ 海外プラットフォーム依存
- ・ 相対的な生産性の低下
- ・ 国際競争力の低下 等

将来ビジョンを実現するための自律移動モビリティに関するアーキテクチャ

自動運転車、ドローン、サービスロボット等の自律移動モビリティの高度な運行から活用までを実現するため、一気通貫でソフト・ハードのデジタルインフラの整備を行って産業全体をDXし、**カーボンニュートラルや少子高齢化等の社会課題を解決しながら経済成長を実現**することを目指す。全体を俯瞰したアーキテクチャを描いたので、今後、詳細設計を進めていく。

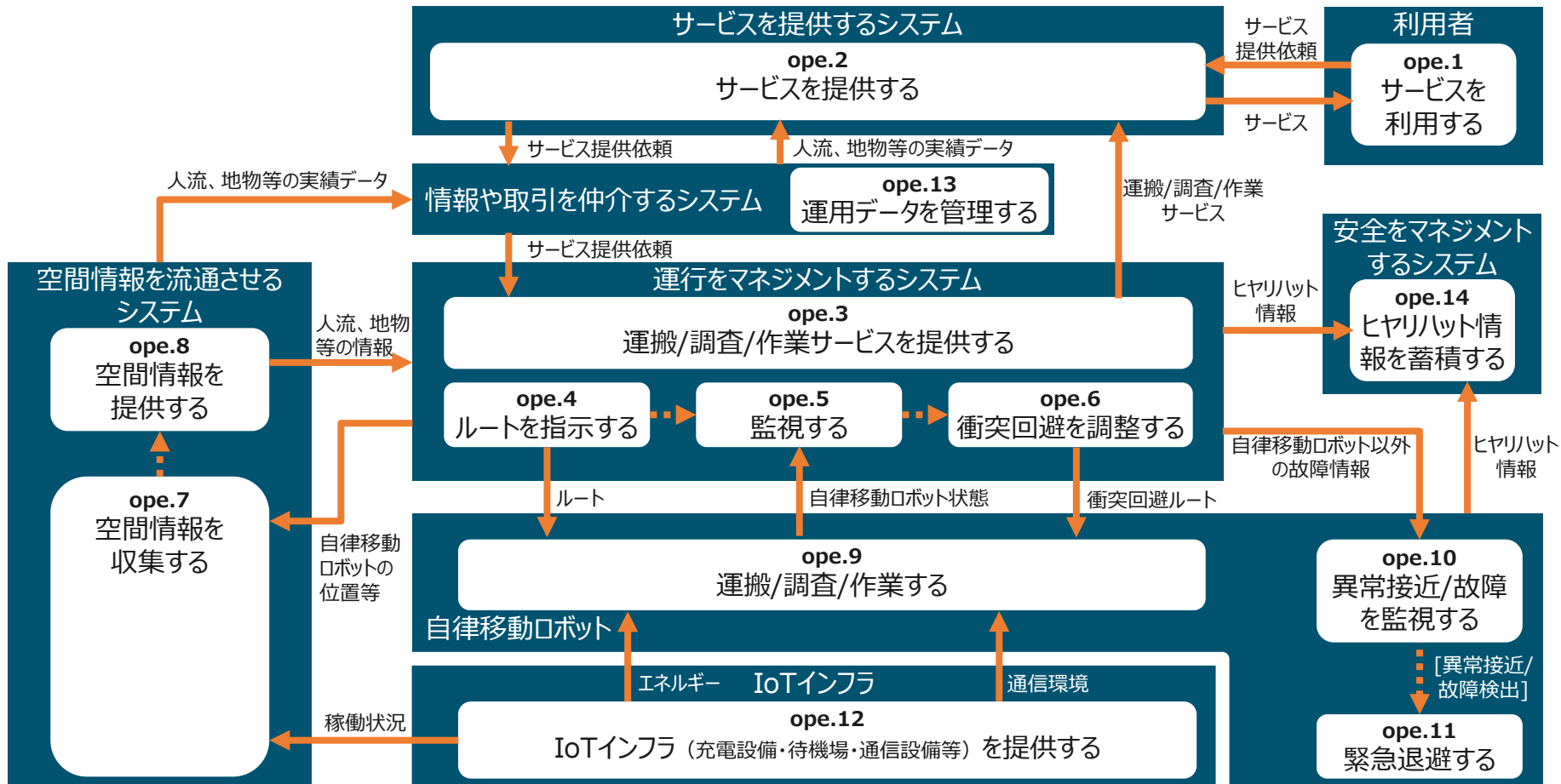
自律移動モビリティのデジタル変革



今後、詳細設計を進める主な取組

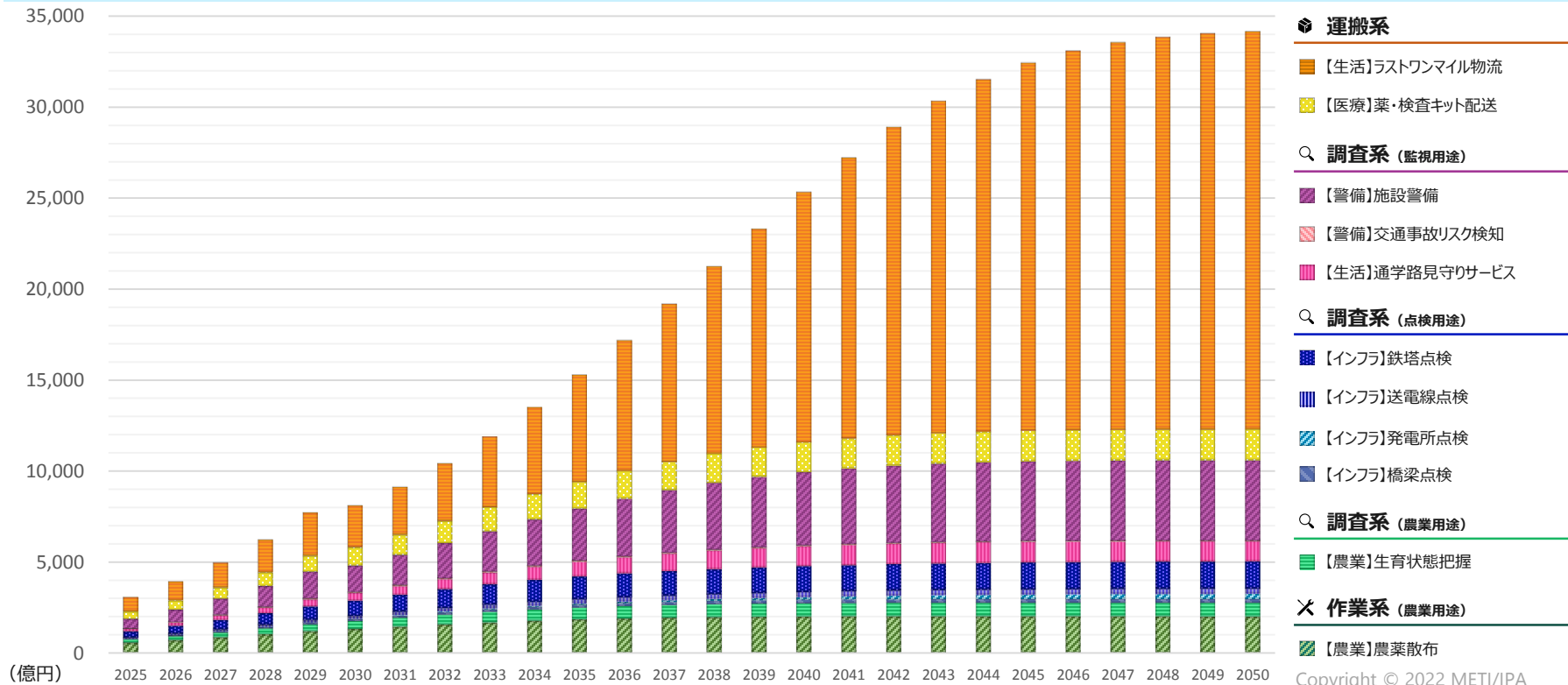
- 1 ユースケース毎の**中長期的な市場規模**の分析 等
- 2 **マルチモデル運用**を実現するユースケースの実証事業 等
- 3 **認定・認証**等の仕組みの構築 等
- 4 **空間IDの整備/共通ライブラリ**の開発 等
- 5 **デジタルツイン**（現実世界をデジタル空間上に再現）の整備 等
- 6 ユースケース毎の**中長期的な投資規模**の分析 等
- 7 **アジャイルガバナンスの実践** 等

【参考】全体を俯瞰したアーキテクチャの一例（運用時のオペレーショナルビュー）



ユースケース毎の中長期的な市場規模の分析 (日本国内のドローンのみ試算)

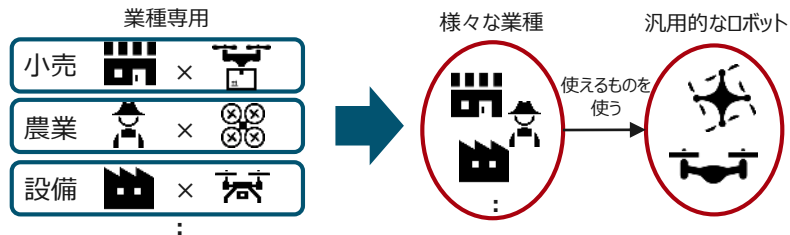
自律移動モビリティについて、日本国内におけるドローンの特定のユースケースに関する市場規模だけでも、**2030年代に1兆円/年、2040年代に3兆円/年**に到達すると試算。今後、更なる市場規模が期待される地上モビリティについても試算を実施していく。



市場規模拡大を実現するには経済性の向上が必要であり、そのためには、**限界まで稼働率を向上**するとともに、ドローン、サービスロボット、自動運転車、業務システム等が連携してミッションを達成することで、**経済価値・社会価値を上げる**必要がある。今後、ユースケースの実証事業を通じて具体化を図る。

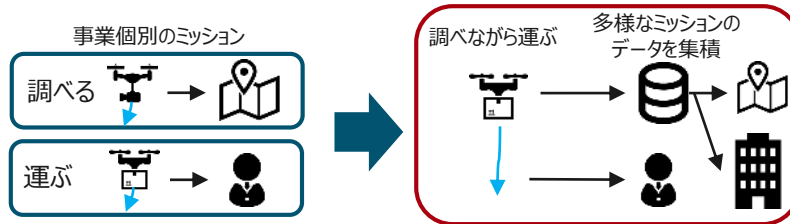
様々な業種やミッションへの対応（範囲の経済性）

マルチドメイン：多業種対応



参考：コンピュータにおける専用システム→共通・汎用化→クラウド化

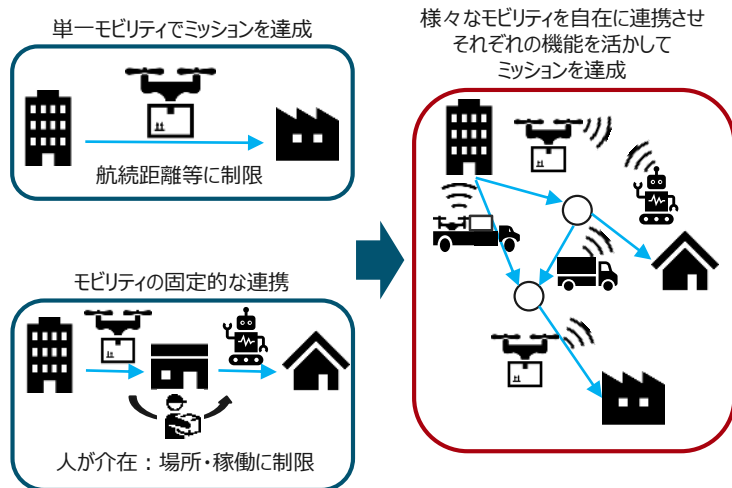
マルチパーパス：多目的対応



参考：コンピュータにおけるマルチプロセス化、ビッグデータ活用

多種多様な自律移動ロボットの組み合わせ

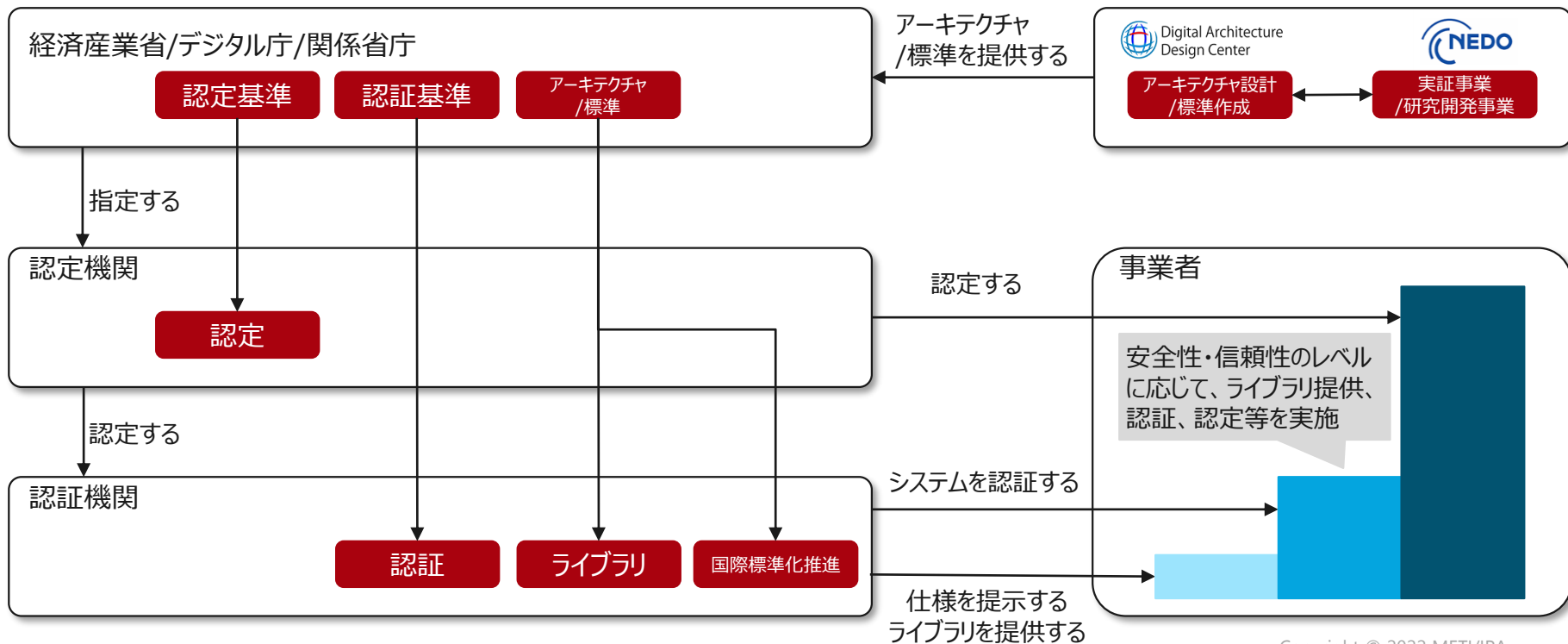
マルチモーダル：様々なモビリティの自在な連携



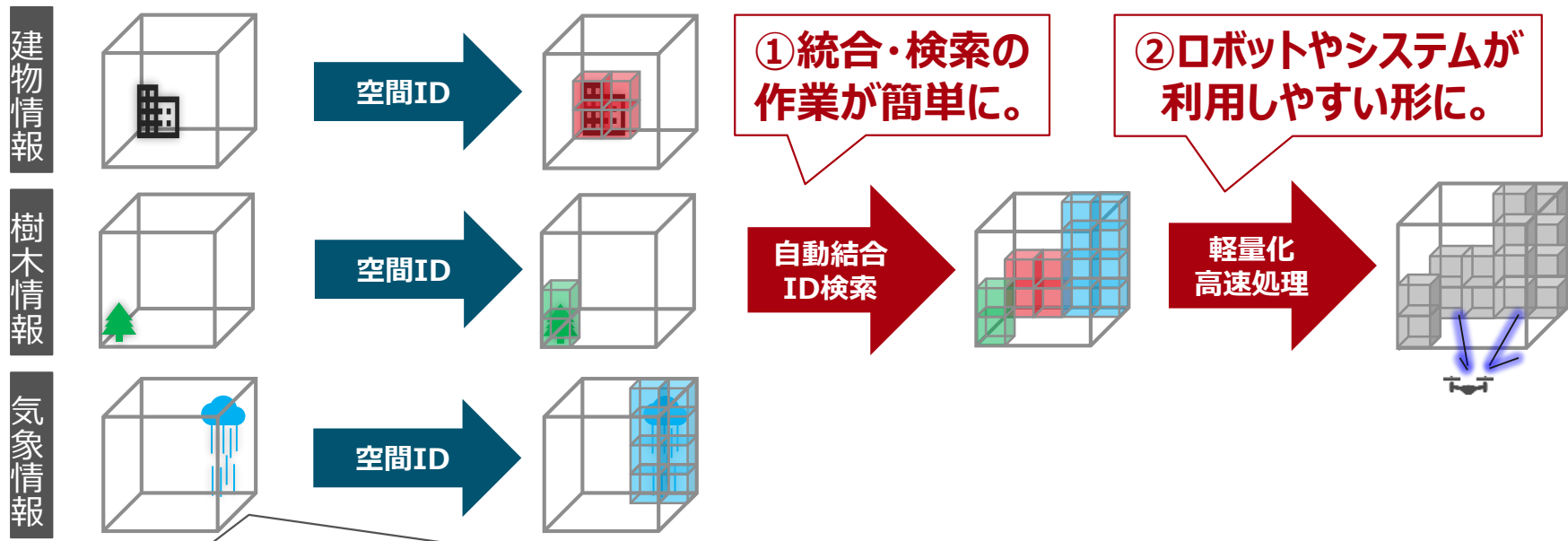
参考：コンピュータにおけるIoT(Internet of Things)

認定・認証等の仕組みの構築

運用者の異なる多数のシステムが連携する中において、**安全性・信頼性を含むトラストを確保しながら、モジュール化・相互運用性の確保を通じてイノベーションを促し、グローバル展開も実現する**ために、データ連携に関するシステムの認証や、その運営を行う事業者の認定等を行う仕組みを構築していくことが重要。



自律移動ロボット・システムが異なる種類の空間情報を簡易に統合・検索したり、軽量に高速処理できる仕組みとして、異なる基準に基づいた空間情報であっても一意に位置を特定できる3次元空間ID（点ではなく粗い区切りの箱状のグリッドで定義）を検索キー（インデックス）として導入し、ベースレジストリを含めて、鮮度の高い様々な空間情報（時間情報含む）を高速に自動的に結合し、簡単に検索できるようにする技術開発・標準化を行い、その際、様々なユースケースで共通して必要なライブラリはオープンソースとすることが重要。今後、研究開発事業を通じて開発を行う。

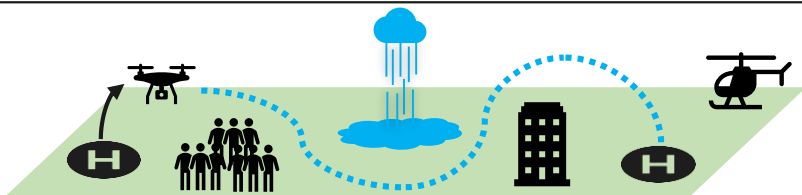


※様々な空間情報について、政府・民間が最新情報に更新するための頻繁な検索・統合は負担が大きい。
また、人間が読む前提の空間情報は、情報量が多く、ロボット、システムによる高速処理が難しい。

デジタルツイン（現実世界をデジタル空間上に再現）の整備

安全性を保ちながら大量・高頻度・高密度の運行を実現するためには、空間情報や事故情報等を動的（時間軸）かつ詳細（空間軸/意味軸）に捉えて、サイバー空間上で自動的にリスク評価や安全性評価・認証を行い、安全な運行経路や機体・関係システムが活用されるようにすることが重要。今後、研究開発事業を通じて具体化していく。

フィジカル空間



空間情報や
事故情報等を同期

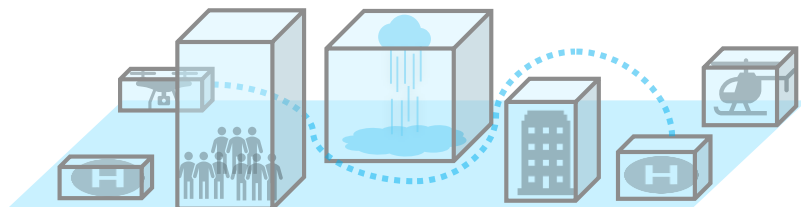


運行経路の安全性の
リスク評価



機体・関係システムの
安全性評価・認証

サイバー空間



運用データ

シミュレータ

部品モデル



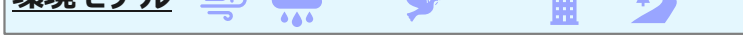
機体モデル



運行モデル



環境モデル

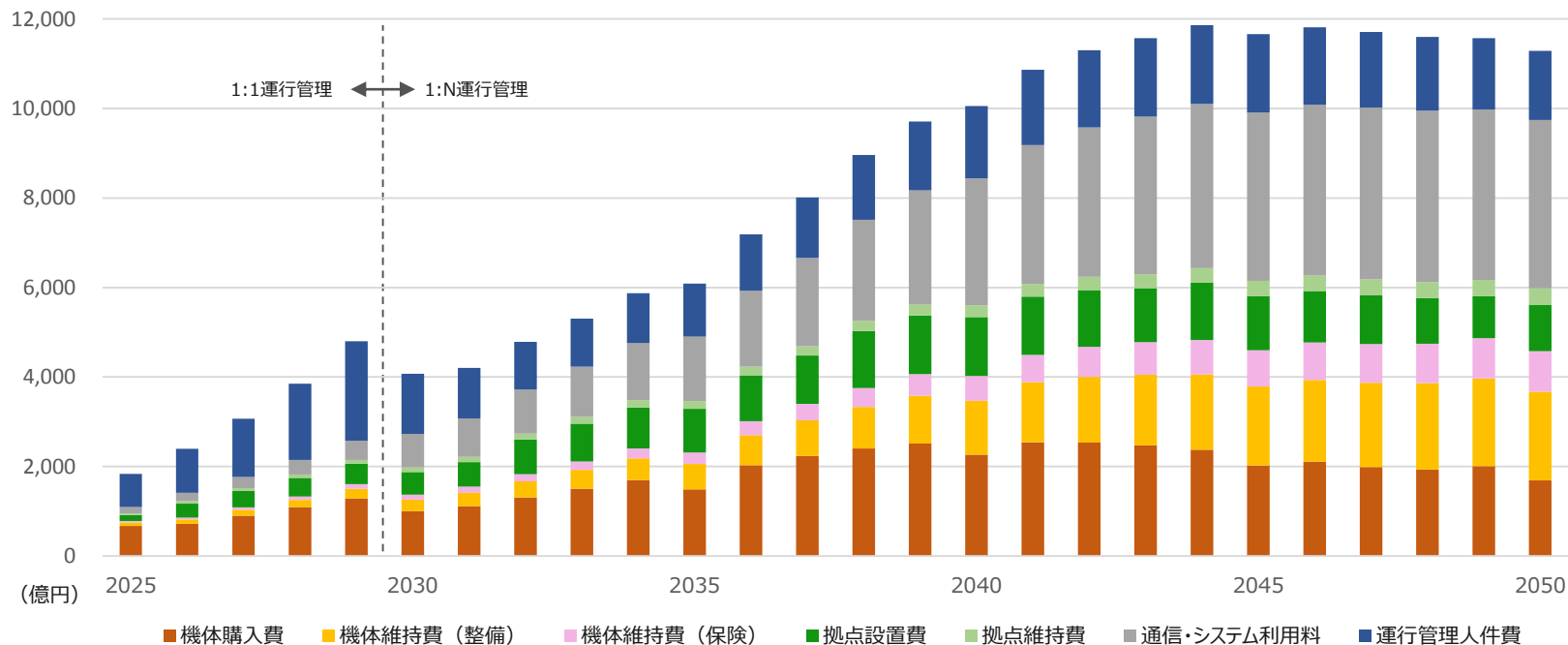


安全性評価項目

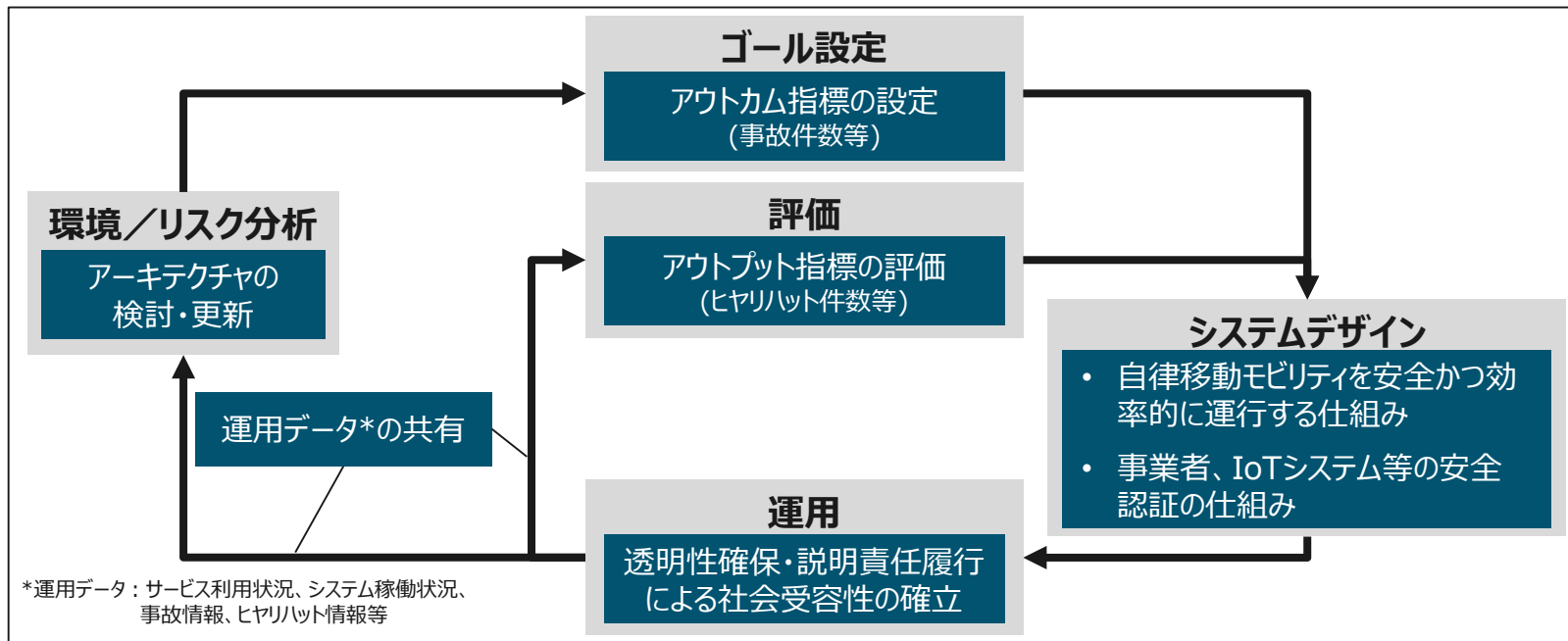
運用データ（事故・ヒヤリハット情報等）による評価項目策定

ユースケース毎の中長期的な投資規模の分析（ドローン活用の場合）

自律移動モビリティについて、ラストワンマイル物流におけるドローンの活用だけでも、将来的に**1兆円/年規模の投資が必要**になると試算。今後、更なる市場規模が期待される地上モビリティについても試算を実施した上で、インフラへの要求事項を具体化していく。



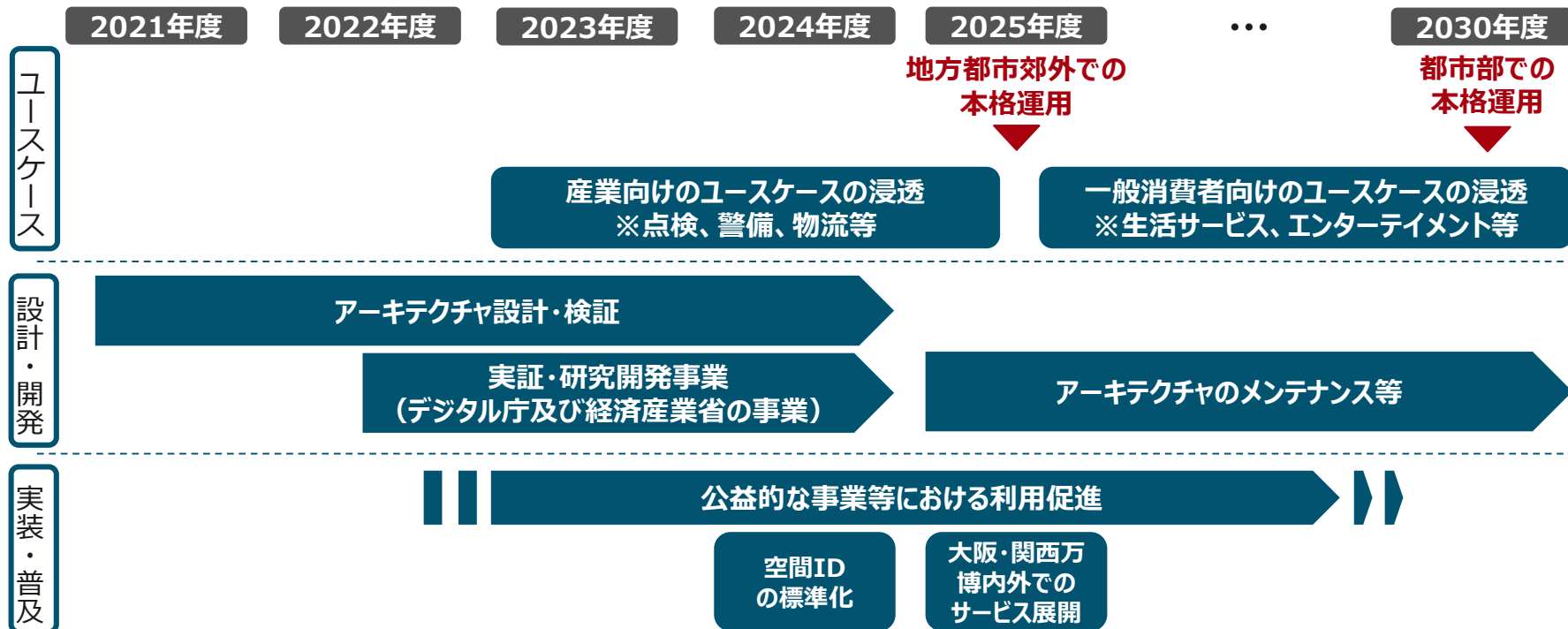
運用者が異なる様々なシステムが相互に連携して、各システムの更新頻度が高くなり、さらにはAIによる判断も増大していく中で、安全性・信頼性を高めながらイノベーションを促すために、多様なステークホルダーで対話しながら、機動的で柔軟にガバナンスを行う仕組みを実現することが重要。



事故に対する責任・免責の在り方や保険の仕組み等によるインセンティブ

社会実装・普及に向けたロードマップ

2025年度までに地方都市郊外で、2030年度までに都市部で、自律移動モビリティが本格的に使われる社会を実現するべく、ユースケースの具体化、設計・開発、実装・普及に取り組むことを想定。



2021年度はドローンを中心にアーキテクチャを設計し、2022年度からは地上モビリティのアーキテクチャ設計も進めていく。また、土地系ベースレジストリや3D都市モデル（PLATEAU）や地理院タイル、ビルOS、次世代取引基盤等の関連分野との連携も継続的に深めていく。



経済産業省

Ministry of Economy, Trade and Industry



Digital Architecture
Design Center